

10/511622

PCT/JP03/10920

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

28.08.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 8月28日
Date of Application:

出願番号 特願2002-248266
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-248266]

出願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

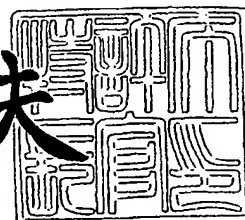
REC'D 17 OCT 2003

WIPO PCT

2003年10月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3080481

【書類名】	特許願
【整理番号】	2931040036
【提出日】	平成14年 8月28日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H04K 7/00
【発明者】	

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内

【氏名】 折橋 雅之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内

【氏名】 村上 豊

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 通信方式およびそれを用いた通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 インパルス変調通信に用いられ、
インパルス変調信号を2以上のサブキャリアに分割して通信を行う通信方式。

【請求項2】 インパルス変調通信に用いられ、
インパルス変調信号を2以上のサブキャリア上でホッピングさせて通信を行う通信方式。

【請求項3】 インパルス変調通信に用いられ、
インパルス変調信号を2以上のサブキャリア上で拡散させて通信を行う通信方式。

【請求項4】 インパルス変調通信に用いられ、
インパルス変調信号を分割するサブキャリアの周波数配置を、通信状況に応じて変化させることを特徴とした通信方式。

【請求項5】 インパルス変調通信に用いられ、
インパルス変調信号を分割するサブキャリアについて、サブキャリア毎の周波数帯域が異なることを特徴とする通信方式。

【請求項6】 低い中心周波数を有するサブキャリアに狭い帯域を割り当て、
高い中心周波数を有するサブキャリアに広い帯域を割り当てることを特徴とする請求項5記載の通信方式。

【請求項7】 インパルス変調通信に用いられ、
2以上のチャネルを異なるサブキャリアで通信することを特徴とする通信方式。

【請求項8】 インパルス変調通信に用いられ、
2以上のチャネルを異なるサブキャリアの組合せで通信することを特徴とする通信方式。

【請求項9】 インパルス変調通信に用いられ、
2以上のサブキャリアに分割し、少なくとも1つのサブキャリアは制御情報を通信することを特徴とする通信方式。

【請求項10】 2以上のサブキャリアのうち、少なくとも1つのサブキャリ

アでは、時間分割多重、符号分割多重のいずれかを用いて2以上のチャネルを多重していることを特徴とする請求項9記載の通信方式。

【請求項11】 制御情報を通信するサブキャリアでは、時間分割多重、符号分割多重のいずれかを用いて2以上のチャネルを多重していることを特徴とする請求項9記載の通信方式。

【請求項12】 制御情報を通信するサブキャリアの中心周波数は、他のサブキャリアの中心周波数より低いことを特徴とする請求項9記載の通信方式。

【請求項13】 制御情報を通信するサブキャリアの帯域は、他のサブキャリアの帯域より狭いことを特徴とする請求項9記載の通信方式。

【請求項14】 1つのシンボルが2以上のサブキャリアに分割され、2以上のチャネルを多重することを特徴とする請求項1記載の通信方式。

【請求項15】 1つのシンボルが2以上のサブキャリアを用いて周波数ホッピングされ、2以上のチャネルを多重することを特徴とする請求項2記載の通信方式。

【請求項16】 1つのシンボルが2以上のサブキャリア上で符号拡散され、2以上のチャネルを多重することを特徴とする請求項3記載の通信方式。

【請求項17】 1つのシンボルを2以上のサブキャリア上と2以上のチップに拡散し、2以上のチャネルを多重することを特徴とする請求項16記載の通信方式。

【請求項18】 インパルス変調通信に用いられ、電波を受信し受信信号を出力するアンテナ部と、受信信号を入力しサブキャリアに分割したサブキャリア受信信号を出力するフィルタ部と、サブキャリア受信信号を入力し復調して受信データを出力する復調部とからなる通信装置。

【請求項19】 インパルス変調通信に用いられ、送信データを入力しサブキャリアに対応した変調信号を出力する変調部と、サブキャリア分の変調信号を入力し設定されたサブキャリアの帯域に制限されたサブキャリア送信信号を出力するフィルタ部と、サブキャリア送信信号を入力し電波として放射するアンテナ部とからなる通信装置。

【請求項20】 アンテナ部は複数のアンテナ素子からなることを特徴とした

請求項 1 8 または請求項 1 9 記載の通信装置。

【請求項 2 1】 アンテナ部はマルチバンド特性を有することを特徴とした請求項 1 8 または請求項 1 9 記載の通信装置。

【請求項 2 2】 インパルス変調通信に用いられ、サブキャリア毎に電波を受信しサブキャリア受信信号を出力するアンテナ部と、サブキャリア受信信号を入力し復調して受信データを出力する復調部とからなる通信装置。

【請求項 2 3】 インパルス変調通信に用いられ、送信データを入力しサブキャリアに対応した変調信号を出力する変調部と、サブキャリア送信信号を入力しサブキャリアに対応した周波数特性を有した複数のアンテナ素子が電波として放射するアンテナ部とからなる通信装置。

【請求項 2 4】 サブキャリア毎に信号系列の特性を補償する補償部を具備することを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 3 のいずれかに記載の通信装置。

【請求項 2 5】 特性が周波数特性であることを特徴とする請求項 2 4 記載の通信装置。

【請求項 2 6】 特性が時間応答特性であることを特徴とする請求項 2 4 記載の通信装置。

【請求項 2 7】 時間応答特性を相関器の相関信号により補償することを特徴とする請求項 2 6 記載の通信装置。

【請求項 2 8】 拡散符号を格納し拡散符号をサブキャリアに対応させて出力する拡散符号格納部と、サブキャリア受信信号とそれに対応した拡散符号との畳み込み演算を行う逆拡散部とを具備することを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 3 のいずれかに記載の通信装置。

【請求項 2 9】 拡散符号を格納し拡散符号をサブキャリアに対応させて出力する拡散符号格納部と、サブキャリアに分割した変調信号と対応する拡散符号とからサブキャリア上に直接拡散する拡散部とを具備することを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 3 のいずれかに記載の通信装置。

【請求項 3 0】 畳み込み演算に変えてスイッチを用いて、周波数ホッピングにより切り替わるサブキャリアを選択し合成する逆拡散部であることを特徴とす

る請求項 2 8 記載の通信装置。

【請求項 3 1】 直接拡散に変えてスイッチにより切り換えて、サブキャリア上で周波数ホッピングする拡散部であることを特徴とする請求項 2 9 記載の通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はデジタル通信に用いられる技術であって、特にパルス通信に用いられる通信方法および通信装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

デジタル無線通信は、その技術の発展により通信分野の重要な位置を占めるようになってきている。より高速な通信を追求しようと、インパルス変調方式を用いた通信の研究が進められている。インパルス変調方式は広帯域の周波数を占有するため、他のシステムからの妨害を受けやすく通信が不安定になるといった課題がある。また、帯域を占有することから複数チャネルを多重化することが困難といった課題もある。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

帯域を広く使用して通信を行うために、その帯域の一部で大出力信号を発しているシステムを回避することが困難である。また、広い帯域を 1 つのチャネルでしか占有できないシステムでは、複数システムを近接して設置すると混信やシステム不安定の原因となるなど課題も多い。一方、チャネルを単位時間で分割して多重する方式についても提案されているが、この方式では全端末が同期していることが前提であるため、同期させるための機構が必要であるといった課題がある。

【0 0 0 4】

【課題を解決するための手段】

これらの問題を解決するため、本発明ではインパルス信号をサブキャリアに分

割して通信する方法を提供する。このことにより、システムによる干渉はサブキャリア毎に異なるため、影響を低減することが可能になる。また、サブキャリアの割当によってチャンネルの多重が可能になるといった特徴も有する。この場合、周波数ホッピングや符号分割多重、時分割多重、周波数分割多重も適用可能である。サブキャリアは周波数的に分離されているため、サブキャリアの割当による多重においては、既に周波数分割多重と同様の効果が得られており、異なるシステム間で同期を取る必要もないといった大きな特徴を有する。

【0005】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、インパルス変調信号を2以上のサブキャリアに分割して通信を行う通信方式としたものである。

【0006】

本発明の請求項2に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、インパルス変調信号を2以上のサブキャリア上でホッピングさせて通信を行う通信方式としたものである。

【0007】

本発明の請求項3に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、インパルス変調信号を2以上のサブキャリア上で拡散させて通信を行う通信方式としたものである。

【0008】

本発明の請求項4に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、インパルス変調信号を分割するサブキャリアの周波数配置を、通信状況に応じて変化させることを特徴とした通信方式としたものである。

【0009】

本発明の請求項5に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、インパルス変調信号を分割するサブキャリアについて、サブキャリア毎の帯域が異なることを特徴とする通信方式としたものである。

【0010】

本発明の請求項 6 に記載の発明は、低い中心周波数を有するサブキャリアに狭い帯域を割り当て、高い中心周波数を有するサブキャリアに広い帯域を割り当てることを特徴とする請求項 5 記載の通信方式としたものである。

【 0 0 1 1 】

本発明の請求項 7 に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、2 以上のチャンネルを異なるサブキャリアで通信することを特徴とする通信方式としたものである。

【 0 0 1 2 】

本発明の請求項 8 に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、2 以上のチャンネルを異なるサブキャリアの組合せで通信することを特徴とする通信方式としたものである。

【 0 0 1 3 】

本発明の請求項 9 に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、2 以上のサブキャリアに分割し、少なくとも 1 つのサブキャリアは制御情報を通信することを特徴とする通信方式としたものである。

【 0 0 1 4 】

本発明の請求項 1 0 に記載の発明は、2 以上のサブキャリアのうち、少なくとも 1 つのサブキャリアでは、時間分割多重、符号分割多重のいずれかを用いて 2 以上のチャンネルを多重していることを特徴とする請求項 9 記載の通信方式としたものである。

【 0 0 1 5 】

本発明の請求項 1 1 に記載の発明は、制御情報を通信するサブキャリアでは、時間分割多重、符号分割多重のいずれかを用いて 2 以上のチャンネルを多重していることを特徴とする請求項 9 記載の通信方式としたものである。

【 0 0 1 6 】

本発明の請求項 1 2 に記載の発明は、制御情報を通信するサブキャリアの中心周波数は、他のサブキャリアの中心周波数より低いことを特徴とする請求項 9 記載の通信方式としたものである。

【 0 0 1 7 】

本発明の請求項13に記載の発明は、制御情報を通信するサブキャリアの帯域は、他のサブキャリアの帯域より狭いことを特徴とする請求項9記載の通信方式としたものである。

【0018】

本発明の請求項14に記載の発明は、1つのシンボルが2以上のサブキャリアに分割され、2以上のチャネルを多重することを特徴とする請求項1記載の通信方式としたものである。

【0019】

本発明の請求項15に記載の発明は、1つのシンボルが2以上のサブキャリアを用いて周波数ホッピングされ、2以上のチャネルを多重することを特徴とする請求項2記載の通信方式としたものである。

【0020】

本発明の請求項16に記載の発明は、1つのシンボルが2以上のサブキャリア上で符号拡散され、2以上のチャネルを多重することを特徴とする請求項3記載の通信方式としたものである。

【0021】

本発明の請求項17に記載の発明は、1つのシンボルを2以上のサブキャリア上と2以上のチップに拡散し、2以上のチャネルを多重することを特徴とする請求項16記載の通信方式としたものである。

以上の発明は、インパルス変調通信にサブキャリアを導入することにより、他システムなどからの妨害波に強い通信を提供することを可能にし、複数チャネルの多重を容易にするといった作用を有する。

【0022】

本発明の請求項18に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、電波を受信し受信信号を出力するアンテナ部と、受信信号を入力しサブキャリアに分割したサブキャリア受信信号を出力するフィルタ部と、サブキャリア受信信号を入力し復調して受信データを出力する復調部とからなる通信装置としたものである。

。

【0023】

本発明の請求項 1 9 に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、送信データを入力しサブキャリアに対応した変調信号を出力する変調部と、サブキャリア分の変調信号を入力し設定されたサブキャリアの帯域に制限されたサブキャリア送信信号を出力するフィルタ部と、サブキャリア送信信号を入力し電波として放射するアンテナ部とからなる通信装置としたものである。

【 0 0 2 4 】

本発明の請求項 2 0 に記載の発明は、アンテナ部は複数のアンテナ素子からなることを特徴とした請求項 1 8 または 1 9 記載の通信装置としたものである。

【 0 0 2 5 】

本発明の請求項 2 1 に記載の発明は、アンテナ部はマルチバンド特性を有することを特徴とした請求項 1 8 または 1 9 記載の通信装置としたものである。

【 0 0 2 6 】

本発明の請求項 2 2 に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、サブキャリア毎に電波を受信しサブキャリア受信信号を出力するアンテナ部と、サブキャリア受信信号を入力し復調して受信データを出力する復調部とからなる通信装置としたものである。

【 0 0 2 7 】

本発明の請求項 2 3 に記載の発明は、インパルス変調通信に用いられ、送信データを入力しサブキャリアに対応した変調信号を出力する変調部と、サブキャリア送信信号を入力しサブキャリアに対応した周波数特性を有した複数のアンテナ素子が電波として放射するアンテナ部とからなる通信装置としたものである。

【 0 0 2 8 】

本発明の請求項 2 4 に記載の発明は、サブキャリア毎に信号系列の特性を補償する補償部を具備することを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 3 のいずれかに記載の通信装置としたものである。

【 0 0 2 9 】

本発明の請求項 2 5 に記載の発明は、特性が周波数特性であることを特徴とする請求項 2 4 記載の通信装置としたものである。

【 0 0 3 0 】

本発明の請求項26に記載の発明は、特性が時間応答特性であることを特徴とする請求項24記載の通信装置としたものである。

【0031】

本発明の請求項27に記載の発明は、時間応答特性を相関器の相関信号により補償することを特徴とする請求項26記載の通信装置としたものである。

【0032】

本発明の請求項28に記載の発明は、拡散符号を格納し拡散符号をサブキャリアに対応させて出力する拡散符号格納部と、サブキャリア受信信号とそれに対応した拡散符号との畳み込み演算を行う逆拡散部とを具備することを特徴とする請求項18乃至23のいずれかに記載の通信装置としたものである。

【0033】

本発明の請求項29に記載の発明は、拡散符号を格納し拡散符号をサブキャリアに対応させて出力する拡散符号格納部と、サブキャリアに分割した変調信号と対応する拡散符号とからサブキャリア上に直接拡散する拡散部とを具備することを特徴とする請求項18乃至23のいずれかに記載の通信装置としたものである。

【0034】

本発明の請求項30に記載の発明は、畳み込み演算に変えてスイッチを用いて、周波数ホッピングにより切り替わるサブキャリアを選択し合成する逆拡散部であることを特徴とする請求項28記載の通信装置としたものである。

【0035】

本発明の請求項31に記載の発明は、直接拡散に変えてスイッチにより切り換えて、サブキャリア上で周波数ホッピングする拡散部であることを特徴とする請求項29記載の通信装置としたものである。

【0036】

以上の発明は、インパルス変調通信をサブキャリア分割して送信、受信する装置を構成し、これによって柔軟性や、耐ノイズ性の高い通信を行うことが可能な通信装置を提供する。

【0037】

以下、本発明の実施の形態について図1から図18を用いて説明する。

【0038】

(実施の形態1)

インパルス変調信号を2以上の帯域(サブキャリア)に分割し、この信号を用いて通信を行う(特に復調を行う場合の)発明について図1~3、図12~14を用いて説明する。図1は、従来のインパルス変調信号を用いた通信システムを示した図であり、150は送信装置、151は受信装置を示しており、送信装置150はアンテナ部101、送信変調部102からなっており、受信装置151はアンテナ部101、受信復調部103からなっている。図2は、図1に示した送信装置150と受信装置151の夫々を詳細に説明した図であり、便宜上送信装置150と受信装置151とを複合した送受信装置としたものである。また、図1に対応するブロックには同一の符号を付しており、ここでは相違点のみを述べる。250は信号を入力し、入力信号より狭い帯域の複数のサブキャリア信号に分割するフィルタ部である。102は、フィルタ部250により分割された複数のサブキャリア分割信号を入力し、受信、復調する受信復調部であり、受信部202および復調部203からなっている。202は入力された受信信号を電力増幅して増幅信号を出力する受信部であり、203は増幅信号を入力し、受信時刻や振幅、位相などから情報を検出、受信データを出力する復調部である。103は、送信データを入力、変調、電力増幅してサブキャリア送信信号を出力する送信変調部であり、変調部204および送信部205からなっている。204は入力された送信データを予め定められた方式によってインパルス変調し、サブキャリア変調信号を出力する変調部であり、205はサブキャリア変調信号を入力し電力増幅してサブキャリア送信信号を出力する送信部である。送信部205から出力された信号は、フィルタ部250によって各サブキャリアが帯域制限され、多重された送信信号がアンテナ部101へと供される。フィルタ部250は、帯域制限する複数のフィルタ201からなっており、フィルタ部250の通過特性は図3に示すように構成されているものとする。ここで、フィルタ201は図3で示すサブキャリアに対応している。この様に構成された送信装置150と受信装置151を用いてインパルス変調方式による通信方法について説明する。

【0039】

変調部204は送信データを入力し、予め定められた手順に従ってインパルス変調を行う。インパルス変調には、パルスの時間間隔に情報を重畳するパルス位置変調や、パルスの位相に情報を重畳するパルス位相変調、或いはパルスの振幅に情報を重畳するパルス振幅変調などが知られている。この様にして、送信データに対応したインパルス変調波を生成し、所定のサブキャリア数分、サブキャリア変調信号を出力する。各サブキャリア変調信号は、送信部205に入力され電力増幅されたサブキャリア送信信号が出力される。電力増幅されたサブキャリア送信信号は、フィルタ部250に入力され、対応するフィルタ201によって帯域制限が為される。インパルス変調信号は、インパルス性の信号であることから非常に帯域が広がっているという特徴がある。そのため、中心周波数が異なった狭帯域フィルタに通しても対応した周波数成分は存在するため、そのフィルタに応じた出力が得られるという特徴がある。則ち、フィルタ部250から出力される送信信号は、複数のサブキャリア信号が多重された状態となっている。(図3で示した周波数特性のような信号となる) この送信信号は、アンテナ部101に供給されその放射特性によって電磁波が放出される。

【0040】

この様にして放射された電磁波は、受信装置151のアンテナ部101によって受信され、受信信号が出力される。この受信信号はフィルタ部250のフィルタ201によって帯域が制限されたサブキャリアに分割され、サブキャリア分割信号を出力する。フィルタ部250は、送信装置150で帯域制限したものと同一の周波数特性を有しており、受信信号はその全体の電力をフィルタ201によってほとんど損なうことなくサブキャリア分割信号となる。このように帯域制限されたサブキャリア分割信号は、受信部202によって電力増幅されてサブキャリア受信信号が出力され、これが復調部203に供される。復調部203では、サブキャリア受信信号を入力し、パルス間隔や振幅、位相に応じて復調し、受信データを出力する。

【0041】

ここで、受信装置151の入力信号にある妨害波が重畳された場合を考える。

図12にその様子を示す。ここでは比較のため、インパルス変調信号を広帯域な信号のまま通信する場合と、先に述べたようにサブキャリア分割して通信する場合について考える。図12では、1つの広帯域信号（破線）と7つのサブキャリア信号、そして1つの妨害波信号がある状態を示す。

【0042】

まず、従来のようにインパルス変調信号を広帯域信号のまま通信する時、所望波に大電力の妨害波が重畳された場合、インパルス部分（インパルス変調信号におけるシンボル）や、無信号部（シンボル遷移部分）に大きなノイズ成分が加わっており、これが所定のレベル（飽和レベル）を超えると出力信号が飽和してしまうため、信号が歪んでしまう（図13（a））。この結果、インパルス変調信号の復調時、この歪によってインパルスが誤検出され、或いはその検出精度が大幅に劣化してしまい、通信品質に重大な問題が生じる事になる。一方、サブキャリア分割した通信信号に、同様に妨害波が重畳された場合を考える。このような場合、妨害波の影響が大きいサブキャリア（図12のf4、f5）に於いては、妨害波の影響によって通信状態が劣化する（図13（b））が、それ以外のサブキャリア（図12のf1～3、f6、f7）に関しては、妨害波はフィルタ201によって帯域制限される結果、妨害波のほとんどの電力は除去され、高いC/Nが得られる（図13（c））。一般に妨害波は広帯域にわたって電力を有している場合は少なく、特定の帯域に強い電力が存在するケースが多いため、サブキャリアの設定を広い帯域にわたって配置されるように設定しておくことで、上記のように影響を軽減する効果が高まる。このため、図12に示すf1～3、f6、f7のサブキャリアを用いて復調することで通信を良好な状態に保持することが可能となる。

【0043】

また、本発明では、サブキャリアの配置をフィルタ部250で設定しており、自由に設計可能であることは言うまでもない。妨害波の発生は、別のシステムが通信などに利用しているために生じることが多く、且つこの様にシステムに利用されている帯域は事前に知ることが可能であるため、フィルタ部250によってこのような帯域を予め避けるように設計しておくことで、他システムによる通信障

害を最小限に抑えることが可能であるといった大きな特長を有する。

【0044】

以上の説明では、送信装置150、受信装置151共に同一のサブキャリアを形成して通信することを前提に説明したが、送信装置150ではサブキャリアを形成せず（広帯域のまま）通信を行い、受信装置151においてのみサブキャリアに分解して復調することでも同様の効果を得ることができる。則ち、送信装置102がインパルス変調信号を広帯域信号のまま放射し、復調装置103が同信号を受信し、サブキャリアに分割して復調した場合、妨害波の影響は先に述べたことと同様に軽減することが可能であることはいうまでもない。この場合、送信装置にはフィルタ部250のようなサブキャリアに分割する機構が不要になるため、構成が容易になるだけでなく、フィルタ部250によるロスも軽減されるため、効率の良い送信装置150を構成することが可能になるといった特長を有する。また、このことは従来利用していたインパルス変調通信システムの受信装置として、本発明であるサブキャリア受信方式が適用可能であることを示している。

【0045】

さらには、送信装置102と受信装置103とのサブキャリア配置は完全に同一である必要もなく、一定の帯域が重なっていれば通信が可能であることはいうまでもない。則ち、送信装置102と受信装置103の各々に設置されたフィルタ部250の周波数特性精度は高く保たれる必要もない。このように、フィルタ部250に設けられたフィルタ201などにより設定される周波数特性に偏差がある場合、これらのばらつきを誤差として補償する事も考えられる。この方法について図4、図5、図11を用いて説明する。

【0046】

図4は、図2中の復調部203をさらに詳細に示したものである。ここで、 $f_1 \sim f_n$ はサブキャリア信号を夫々表したもので、401はサブキャリア信号系列毎に発生する誤差（ばらつき）を補償しサブキャリア補償信号を出力する補償部であり、402はサブキャリア補償信号を入力し加算演算したキャリア信号を出力する演算部であり、403はキャリア信号を入力しそのパルスの振幅や位相

やパルス間隔を検出しそれに対応する受信データを出力する検波部である。

【0047】

以上のように構成された受信復調部102において、サブキャリア系列毎のばらつき（誤差）を補償する方法について説明する。ここでは、ばらつきは主に（フィルタ部250に配置されたフィルタ201の）周波数特性から発生するものと仮定して説明する。予めフィルタ部250の周波数特性は予め測定されているものとする。この周波数特性には、大別して振幅特性、遅延特性、位相特性とに分けられるが、位相特性は振幅特性と遅延特性とで表現できるものとして、前2者を取り上げる。図2においてアンテナ部101にインパルス信号列を与えた場合に於ける、サブキャリア分割信号の信号波形の例を図11に示す。図中のサブキャリア分割信号の内、サブキャリア分割信号f2を基準信号として示しており、各サブキャリア分割信号f1、f3に描かれた破線は基準信号f2を示したもので、比較のため記入してある。図11に示すように、基準信号f2に対するサブキャリア分割信号f1の振幅特性をa1（基準信号の振幅を1に正規化している）、遅延特性をtd1とし、サブキャリア分割信号f3の振幅特性をa3、遅延特性をtd3とすると、補償部402では遅延時間と振幅とを制御しながらこのばらつきを修正する。図11を例に挙げると、サブキャリアf1に対応する補償部402は遅延時間 $t_d + t_{d1}$ 、振幅ゲインを $1/a_1$ に設定してサブキャリア補償信号f1を出力する。以下同様に、サブキャリアf2に対応する補償部402は遅延時間 $t_d + 0$ 、振幅ゲインを1に設定、サブキャリアf3に対応する補償部402は遅延時間 $t_d - t_{d2}$ 、振幅ゲインを $-1/a_3$ に設定して夫々サブキャリア補償信号を出力する。広い周波数帯域に設定しているサブキャリア系列の通過特性に注目すると、最も高い中心周波数を持つサブキャリアの通過特性と、最も低い中心周波数を持つサブキャリアの遅延時間、位相回転量、通過ゲインなどに代表される通過特性は、大きく異なることが考えられるが、先に説明したように、サブキャリア系列毎に生じる特性のばらつきを補償し、そのサブキャリア補償信号を検波する事により、位相、遅延時間、振幅の揃った信号を合成するため、より高い品質の通信を実施することが可能になるといった大きな特長を有する。図4とは逆に、変調部206に於いても復調部203と同様に補償

部 5 0 1 を導入することが可能である (図 5)。原理・動作は復調部 2 0 3 に設けた補償部 4 0 1 と同様であるため、説明は省略する。このように、変調部 2 0 6 に補償部 5 0 1 を用いて、サブキャリア毎のばらつきを補償することでより高い通信品質を確保することが可能になるといった有利な点がある。

【 0 0 4 8 】

また、検波部 4 0 3 において、マッチドフィルタなどを用いることも考えられるが、この場合、補償部 4 0 1 の機能をマッチドフィルタの特性に組み込むことも可能である。マッチドフィルタの構成として最も知られているのは相関器であるが、相関に用いる信号パターンをサブキャリア毎に調整することで非常に容易に実現が可能となる。同様に、波形生成部 5 0 2 において、生成するインパルス信号のパターンをサブキャリア毎に調整することで、補償部 5 0 1 の効果を組み込むことも可能である。

【 0 0 4 9 】

本発明はインパルス性の広帯域信号をサブキャリアに分割して受信、復調することを特長としたものであり、図 2 に示すような構成に限ったものではない。図 1 4 に示すように、フィルタ部 2 5 0 と受信部 2 0 1、送信部 2 0 5 とを入れ替えた構成でも実施可能である。加えて、送信装置 1 5 1 においては、フィルタ部 2 5 0 がなくても構成できることは先に説明したとおりである。

【 0 0 5 0 】

また、図 1、図 2 におけるアンテナ部 1 0 1 は、単一のアンテナ素子で全サブキャリア帯域をカバーしても可能であるほか、所定のサブキャリアに対応したアンテナ素子を複数個設置しても良い。後者の方式を用いる場合、従来ではアンテナ同士の帯域を重複させ、或いは重複した帯域の特性をマッチングさせたりする必要があるが、本発明においては、サブキャリア分割して通信を行う方式を用いているため、アンテナの帯域を重複させる必要はなく、またアンテナの特性をマッチングする必要もないといった大きな特長を有する。また、一般に周波数的に広帯域な特性を有するアンテナ素子より、狭帯域の特性を有するアンテナ素子の方が放射特性 (例えばアンテナゲイン) や機械的形狀などの面で優れた点も多いことから、複数のアンテナ素子を用いてアンテナ部 1 0 1 を構成する通信装置の

方が、小型化、高性能化を行いやすいといった大きな特長を有する。

【0051】

本発明では、インパルス変調通信の送信装置103、受信装置102のいずれかに於いて、インパルス変調信号をサブキャリアに分割し送信や受信の処理を行う事を大きな特徴としており、先に述べたとおり幾つかの有利な点について説明をした。一方、系列を増やすことによる装置の負担に関しては、インパルス変調通信装置では高周波を処理するための様々な回路（線形アンプ、シンセサイザ、フィルタ）が不要であることから、サブキャリア1系列が増えることにより増大する回路の規模は極めて小さい。このため、本発明の実施は極めて容易に実施することが可能であり、回路的負担を抑えた上で大きな効果が得られるといった特長を有する。

【0052】

また、サブキャリアの占有帯域は同一である必要はなく、制御情報を流す制御チャンネルとデータを流すトラフィックチャンネルでは、求められる通信レートが異なるため、より大きな通信レートが求められるチャンネルのサブキャリアにより広い帯域を設定することも考えられる。このように帯域が異なる場合、中心周波数が低いサブキャリアの帯域を狭く、高いサブキャリアの帯域を広く取ることで比帯域の差を減らすことができるといった事も考えられる。

【0053】

（実施の形態2）

インパルス変調信号を2以上の帯域（サブキャリア）に分割し、このサブキャリア信号を用いてインパルス変調通信の多重化を行う発明について図1～15を用いて説明する。送信装置及び受信装置は第1の実施の形態で説明したものと同一である。ここでは異なる点についてのみ説明を行う。

【0054】

図15に、通信とサブキャリアの対応を示している。図に示したように、チャンネル1ではサブキャリアf1、f3、f4、f6を用いて通信を行っており、チャンネル2ではサブキャリアf2、f4、f5、f7を用いて通信を行っているものとする。ここでは、送信装置150と受信装置151におけるサブキャリアの

設定は同様になっているものとする。

【0055】

以上の用に構成された通信システムについて、複数のチャネルを多重する方法について説明する。

【0056】

チャネル1のサブキャリア構成と、チャネル2のサブキャリア構成は、サブキャリア f_4 を共有した形となっている。各サブキャリア系列における信号波形を図16に示す。図示してあるとおり、サブキャリア f_1 、 f_3 、 f_6 と、サブキャリア f_2 、 f_5 、 f_7 は重複することなく単一のチャネルが占有しているため、問題なくインパルスを検出することが可能であるが、サブキャリア f_4 においてはチャネル1とチャネル2とが重複して使用する状態となっており、インパルスを検出しようとするすると混信により正常に行えない可能性がある。しかし、受信装置151はサブキャリア f_4 では正常なインパルス検出ができないものの、他のサブキャリア（チャネル1では f_1 、 f_3 、 f_6 、チャネル2では f_2 、 f_5 、 f_7 ）によってインパルスの位相や振幅、時刻などの検出が正常に行えるため、これらのサブキャリアのみでも通信を行うことは可能であることが分かる。その上、チャネル1とチャネル2とのシンボル時刻に一定のずれがある場合、サブキャリア f_4 のインパルスを分離することも可能であり、この様にすることで、チャネル間で重複したサブキャリアを分離、チャネル毎の復調に活用する事が可能となる。この結果、1チャネルで利用する総電力が向上し通信品質の向上が見込める。

【0057】

以上の説明では、送信装置150、受信装置151が複数のサブキャリアを同一の組合せで同時に利用する方法について説明したが、送信装置150が設定し送信するサブキャリアと受信装置151が設定し受信するサブキャリアは必ずしも一致している必要性はなく、1つ以上のサブキャリアを両装置で占有さえしていれば正常な通信を行うことは可能である。

【0058】

このように、1つのチャネルに1つのサブキャリアを割り当てることにより、

チャンネル容量を最大限確保することが可能である。一方、1つのチャンネルに全てのサブキャリアを割り当てることにより、チャンネル当たりの信号電力を確保できるためより安定した通信を提供できる。このように、1つのチャンネルに割り当てるサブキャリアの数を自由に設定することが可能であり、より多くのチャンネル容量が必要な場合は、少ないサブキャリア数を、より安定した通信が必要な場合は、多くのサブキャリア数をチャンネルに割り当てることが可能になるといった大きな特長を有する。特に、システム制御に直接関係するような重要な情報を伝送するチャンネルと、アプリケーションに用いるデータなど比較的通信容量を重視するようなチャンネルにおいて、後者のチャンネルに比較して前者のチャンネルにより多くのサブキャリアを割り当てるなどすることで、効率的なシステムを構築できる。

【0059】

また、通信容量が変化したり、伝搬状態が変化したり、或いは妨害波の状態が変化したりする事に応じて、割り当てるサブキャリアの数を変化させても良い。また、サブキャリアの状態を監視しておき、受信電力が低下したり、妨害波信号を検知したり、或いはチャンネル間での干渉が問題となった場合にチャンネルに割り当てているサブキャリアを動的に変化させることにより、安定した通信品質を保つことも可能となる。

【0060】

以上、インパルス変調信号を2以上のサブキャリアに分割し、複数チャンネルを多重する発明について説明したが、特定のサブキャリアを制御情報専用の制御チャンネルにすることも考えられる。この様にすることで、トラフィックチャンネルとは独立して制御などに用いられる重要情報を通信できるといった効果が見込める。

【0061】

また、サブキャリア分割によりチャンネルを多重する方法と、既に知られている時間分割による多重は、同時に利用することも可能である。例えば、制御情報専用の制御チャンネルを1つのサブキャリアに割り当てた場合、これを複数の端末で共有するために時間分割多重によって実現することも可能である。

【0062】

(実施の形態3)

インパルス変調方式を2以上の帯域(サブキャリア)に分割し、このサブキャリアに対して符号を拡散させて通信を行う発明について説明する。

【0063】

第2の実施の形態では1つのチャンネルに割り当てられた全てのサブキャリアに対して同一のシンボルを付して通信を行うことを説明した。しかし、1つのチャンネルに複数のサブキャリアが割り当てられた場合、割り当てられた全てのサブキャリアに同一のシンボルを伝送する必要はない。図17にサブキャリアと符号の関係を示す。図17に示した例は、あるチャンネルにサブキャリア $f_1 \sim f_7$ が割り当てられた状態を示している。またこの図では、サブキャリア f_1 、 f_3 、 f_6 には送信時にシンボルセット $s s 1$ が、サブキャリア f_2 、 f_4 、 f_5 、 f_7 には送信時にシンボルセット $s s 2$ が使用されている事を表している。例として、2値を伝送する通信システムを考える。このシステムでは、最低2つのシンボル($s 1$ 、 $s 2$)があり、伝送する符号($c 1$ 、 $c 2$)に割り当てるシンボルの関係(例： $s 1 \leftarrow c 1$ 、 $s 2 \leftarrow c 2$)をシンボルセットとすると、この場合、($s 1 \leftarrow c 1$ 、 $s 2 \leftarrow c 2$)というシンボルセットと($s 2 \leftarrow c 1$ 、 $s 1 \leftarrow c 2$)というシンボルセットが考えられる(前者をシンボルセット $s s 1$ 、後者を $s s 2$ とする)。送信装置150はこのシンボルセットの定義に従い、送信データからサブキャリアに対応するシンボルを生成し送信する。逆に受信装置151は同シンボルセットの定義に従い、各サブキャリアで受信したシンボルの組合せによって受信データを判定する。このシンボルセットの変換方法をより具体的に説明する。先に挙げたシンボルセットの例において、符号 $c 1$ を+1、符号 $c 2$ を-1と考えると、シンボルセット $s s 1$ に対しては送信する符号に+1を乗じ、シンボルセット $s s 2$ に対しては送信する符号に-1を乗じることで実現可能であることが分かる。特に、+1と-1のセット同士の乗算は排他的論理和(Exclusive-OR)で構成されることが知られており、サブキャリア毎に異なったシンボルセットを極めて容易に変更することが可能である。

【0064】

以上の説明では、2値を伝送する通信システムに於いて2つのシンボルがある

ものと仮定したが、これに限ったものではなく、シンボルセット毎に変調方式（位相変調、時間変調、振幅変調など）が同一であれば良く、同一チャネルに複数の変調方式を混在させることも可能である。当然、シンボルセットが2つ以上に於いても実施可能であることはいうまでもない。この様に、複数の変調方式を混在させることで、より柔軟性のある通信システムが構築できるほか、変調方式毎で異なる特徴を巧く活かすことも可能になるといった大きな特長を有する。

【0065】

また、所定のサブキャリアを用いて符号分割多重を行うことも可能である。図18を用いて説明する。図18では、符号分割多重用に7つのサブキャリア（ $f_1 \sim f_7$ ）が割り当てられた状態を示している。簡単のため上述したシンボルセット（ ss_1 、 ss_2 ）、符号（ $c_1 = +1$ 、 $c_2 = -1$ ）を用いて説明する。ここで、シンボルセット ss_1 、 ss_2 では同一の変調方式が用いられており、 ss_1 では、（ $s_1 \leftarrow c_1$ 、 $s_2 \leftarrow c_2$ ）が、 ss_2 では、（ $s_1 \leftarrow c_2$ 、 $s_2 \leftarrow c_1$ ）のように定義されているものとする。この様に定義する事によって、キャリア方向に拡散符号を乗じたものと同一の構成である様に考えることが出来る。シンボルセット ss_1 を $+1$ 、 ss_2 を -1 として図18に適用すると、以下の様に拡散符号（ $sc_1 \sim 7$ とする）が与えられる。

チャネル1： $sc_1 = \{-1, +1, -1, +1, -1, +1, -1\}$

チャネル2： $sc_2 = \{+1, -1, -1, +1, +1, +1, -1\}$

チャネル3： $sc_3 = \{+1, +1, -1, -1, -1, -1, +1\}$

チャネル4： $sc_4 = \{+1, -1, +1, +1, -1, -1, +1\}$

チャネル5： $sc_5 = \{-1, +1, +1, -1, +1, -1, -1\}$

チャネル6： $sc_6 = \{-1, +1, -1, -1, +1, +1, +1\}$

チャネル7： $sc_7 = \{-1, -1, -1, +1, +1, +1, -1\}$

また、受信装置151は、チャネル1を復調するものとして説明を行う。

送信装置150は、チャネル毎に設定された拡散符号 $sc_1 \sim sc_7$ を用いてサブキャリア方向に拡散し、所定のチャネル数分（ここでは7）だけ多重して信号を送信する。

【0066】

拡散する方法について図9と図10を用いて更に詳細に説明する。図9及び図10は図2中の受信復調部102と送信変調部103とをより詳細に示したものであり、同一機能には同一符号を付している。

【0067】

図9において受信復調部102は、受信部202と、拡散符号格納部901と、逆拡散部902と、検波部203とからなっている。901はチャンネル毎に設定された拡散符号を格納し出力する拡散パターン格納部であり、902は受信信号をサブキャリア数分入力しサブキャリアに対応した拡散符号とを乗じて合成した逆拡散通信信号を出力する逆拡散部である。

【0068】

図10において送信変調部103は、変調部205と、拡散符号格納部901と、拡散部1001と、波形生成部206とからなっている。1001は拡散符号と波形生成された通信信号とを入力し、サブキャリアに分割した通信信号とそれに対応する拡散符号とを乗じて拡散通信信号を出力する拡散部である。

【0069】

以上の様に構成された受信復調部102と送信変調部103の動作を詳細に説明する。送信変調部103に送信データが入力されると、波形生成部206はデータに対応したシンボル波形を生成し通信信号を出力する。通信信号は拡散部1001に入力されサブキャリアに対応した通信信号に分割される。分割された通信信号は、拡散符号格納部901から出力される拡散符号の対応する符号との乗算が行われ拡散通信信号が出力される。各拡散通信信号は、対応する送信部によって電力増幅などが行われ、アンテナ101を介して放射される。

【0070】

一方、受信復調部102はアンテナ101からの拡散された受信信号を入力する。拡散受信信号はサブキャリア数分だけ入力されそれらが受信部202によって電力増幅などが行われる。逆拡散部902では、受信部202で電力増幅された拡散受信信号と、拡散符号格納部901が出力した拡散符号とが入力され、サブキャリアに対応する拡散符号を乗算し合成し逆拡散受信信号を出力する。逆拡散受信信号は検波部203に入力され、検波されたデータが受信データとして出

力される。

【0071】

以上の様に、送信変調部103が拡散符号に従ってサブキャリア単位で拡散を施し、一方、受信復調部102では同様に逆拡散を施して受信することにより、符号分割多重(CDM)が可能になるといった大きな特長を有する。また、符号の設定を第3者が知られないようにすることで、セキュアな通信も可能になるといった特長を有する。

【0072】

以上の説明では、サブキャリア方向に拡散する方法について説明を行ったが、時間方向に拡散する方法や、サブキャリアと時間の両方に拡散を行う方法が考えられる。

【0073】

(実施の形態4)

インパルス変調方式を2以上の帯域(サブキャリア)に分割し、通信に用いるサブキャリアを順次変化させて通信を行う発明について説明する。受信復調部102、送信変調部103については、第3の実施の形態と同様、図9、図10のものを使って説明する。

【0074】

図6は、通信に用いるサブキャリアを順次変化させたホッピングパターンを説明した図である。横軸を時間、縦軸を周波数(サブキャリア)として単位時間のサブキャリアの変化を示したもので、斜線がかかっているブロックが通信に用いられたサブキャリアであることとする。図から分かるように一定の周期、或いは一定の法則に従ってサブキャリアは変化するが、このホッピングパターンは送信側、受信側が共有しているものとする。

【0075】

共有されたホッピングパターンは、図9、図10で示した拡散符号格納部901に格納されており、拡散符号を+1、-1ではなく、+1、0として格納されている。

【0076】

以上の様に構成することで、送信変調部103は時刻に応じてサブキャリアを変えながら通信信号を送信し、一方で、受信復調部102は時刻に応じてホッピングパターンを変化させることで送信変調部103が通信に用いているサブキャリアを選択して受信することになる。このことにより、通常に通信を行うことが可能となる。

【0077】

以上の説明では、サブキャリアを1だけ用いて通信を行う例について説明したが、この方法だと受信電力が十分でない可能性がある。受信復調部102での受信電力を補うため、複数キャリアを同時に用いる方法について図8を用いて説明する。

【0078】

図8では、図6と同様に通信に用いるサブキャリアを示している。1単位時間に4つのサブキャリアを用いるように設計されており、受信復調部102における受信電力は4倍となる。通信時における送信変調部103と受信復調部102の動作は、先に説明したものと同一であり、ただ拡散符号格納部901に格納されたホッピングパターンが、単位時間毎に+1と0の数のみである（前例では+1が1つ、0が6つ、後例では+1が4つ、0が3つとなる）。

【0079】

以上の様に通信に用いるサブキャリアの数を調整することで、安定した通信を行うことが可能になるといった大きな特長を有する。また、時刻によってサブキャリアの数を変化させて、通信状態が良好なときはサブキャリア数を少なく、劣悪な場合はサブキャリア数を多くする事も考えられる。

【0080】

以上の説明では、1チャンネルを通信することについて説明したが、第3の実施の形態と同様、複数チャンネルを多重する事も可能である。

【0081】

以下、多重する方法について図7を用いて説明する。

【0082】

図7では、2つのチャンネルが周波数ホッピングによって多重された状態を示し

ている。図中に示したチャンネル1とチャンネル2はそれぞれ単位時間に1つのサブキャリアを用いて通信を行っている。この単位時間当たりのサブキャリア数はチャンネル毎あるいは時刻毎に変更が可能であることは言うまでもない。

【0083】

以上のようにすることで、複数チャンネルを多重して通信を行うことが可能になる。

【0084】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、広帯域成分を有するインパルス変調波をより狭帯域のサブキャリアに分割して送信、或いは受信する事で妨害波に強い通信を行うことが可能となる上、周波数分割多重を行うことも可能となる効果を有する。さらには時間系列的に、或いは拡散符号をサブキャリア方向で行うことで、複数チャンネルを多重する事が可能になるといった効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来のパルス変調信号を用いた通信システムの一例を示した図

【図2】

本発明の通信装置の一例を示した図

【図3】

帯域（サブキャリア）の関係を示した図

【図4】

受信復調部の一例を示した図

【図5】

送信変調部の一例を示した図

【図6】

周波数ホッピングパターンを詳細に示した図

【図7】

周波数ホッピングにより多重化された様子を詳細に示した図

【図8】

周波数ホッピングパターンを詳細に示した図

【図 9】

拡散通信に対応した受信復調部の構成を説明した図

【図 10】

拡散通信に対応した送信変調部の構成を説明した図

【図 11】

サブキャリアの特性が異なることを表した図

【図 12】

送信装置を表した図

【図 13】

到来方向推定部の詳細な説明図

【図 14】

通信装置の説明図

【図 15】

偏波状態の一例を示した図

【図 16】

遅延プロファイルの一例を示した図

【図 17】

到来方向推定結果の一例を示した図

【図 18】

コードブックの内容の一例を示した図

【符号の説明】

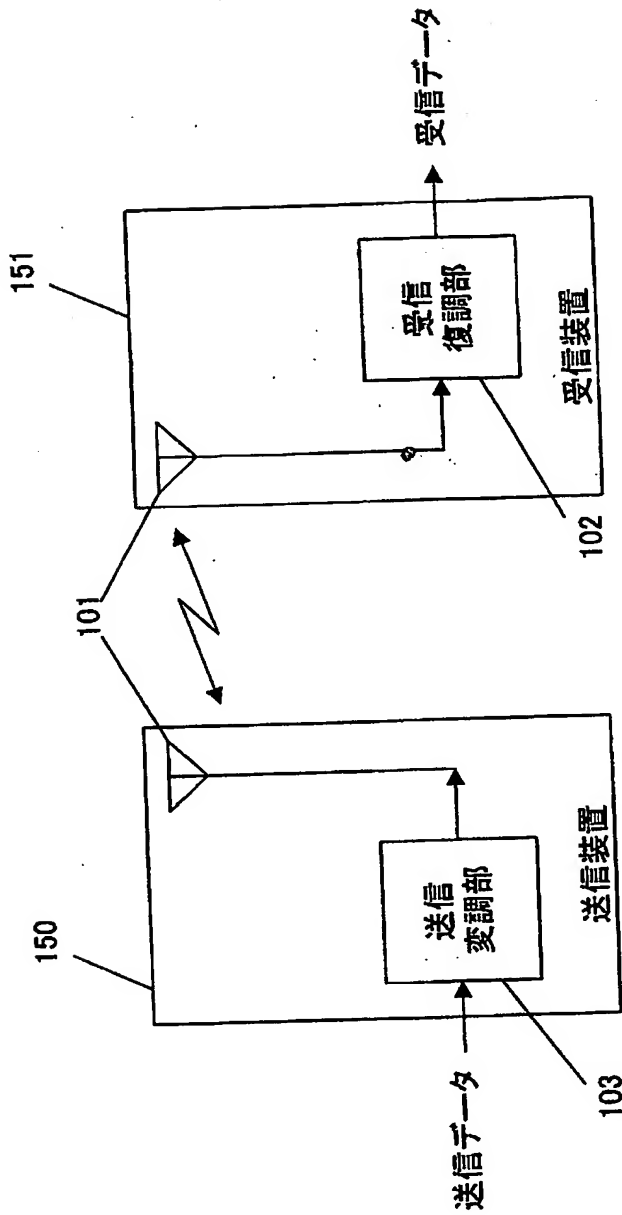
- 101、201、401 アンテナ
- 102、202、402 受信部
- 103、203、403 伝搬推定部
- 104、204、404 復調部
- 105、205、405 符号化部
- 106、206、406 バッファ
- 107、407、407 復号化部

108、208、408 基準信号生成部
109、252、452 送信変調部
209、409 暗号化部
210、410 切換部
411 伝搬制御部
211、412 変調部
150、250、450 受信復調部
151、251、451 暗号鍵生成部
152、212、413 送信部
153、253、453 暗号受信部

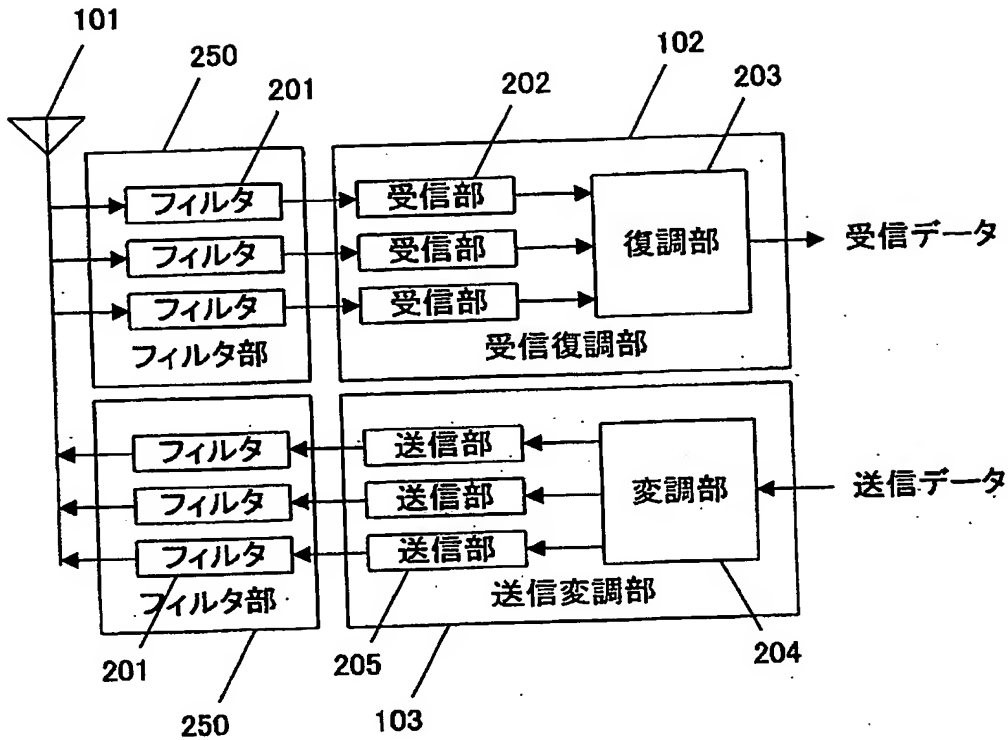
【書類名】

図面

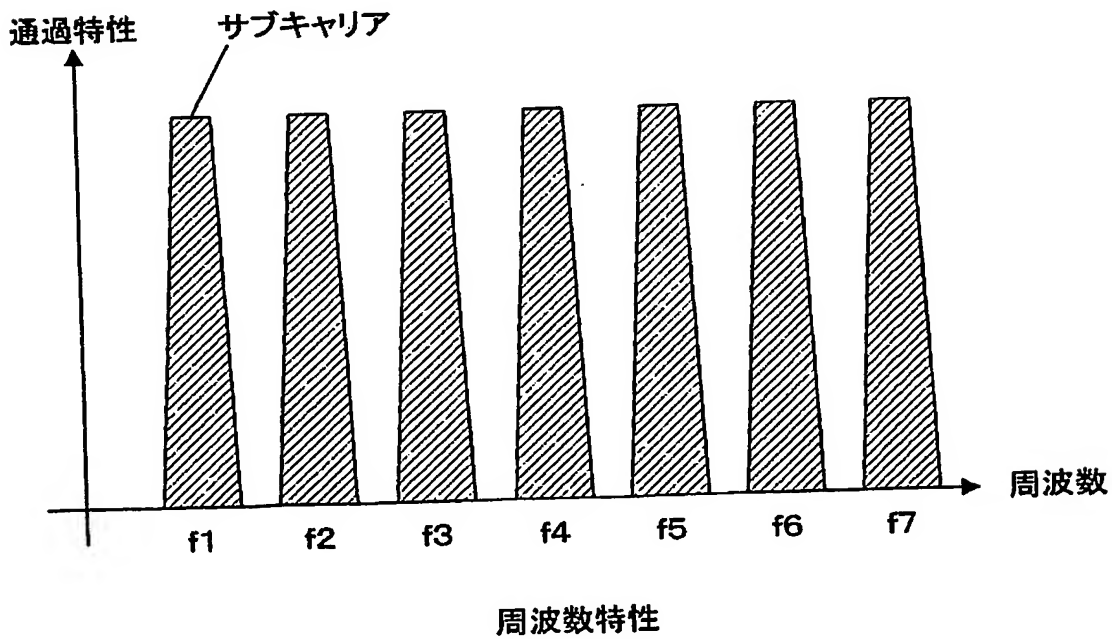
【図 1】



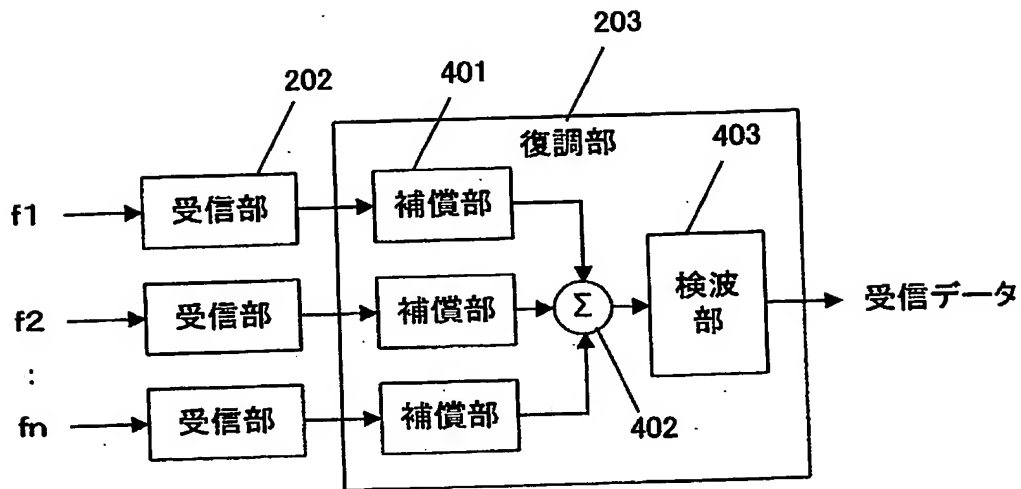
【図 2】



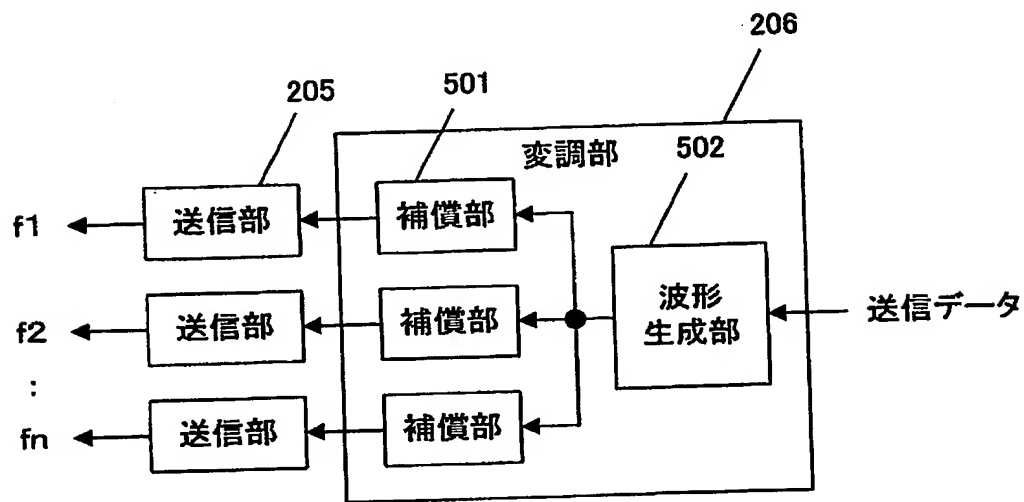
【図 3】



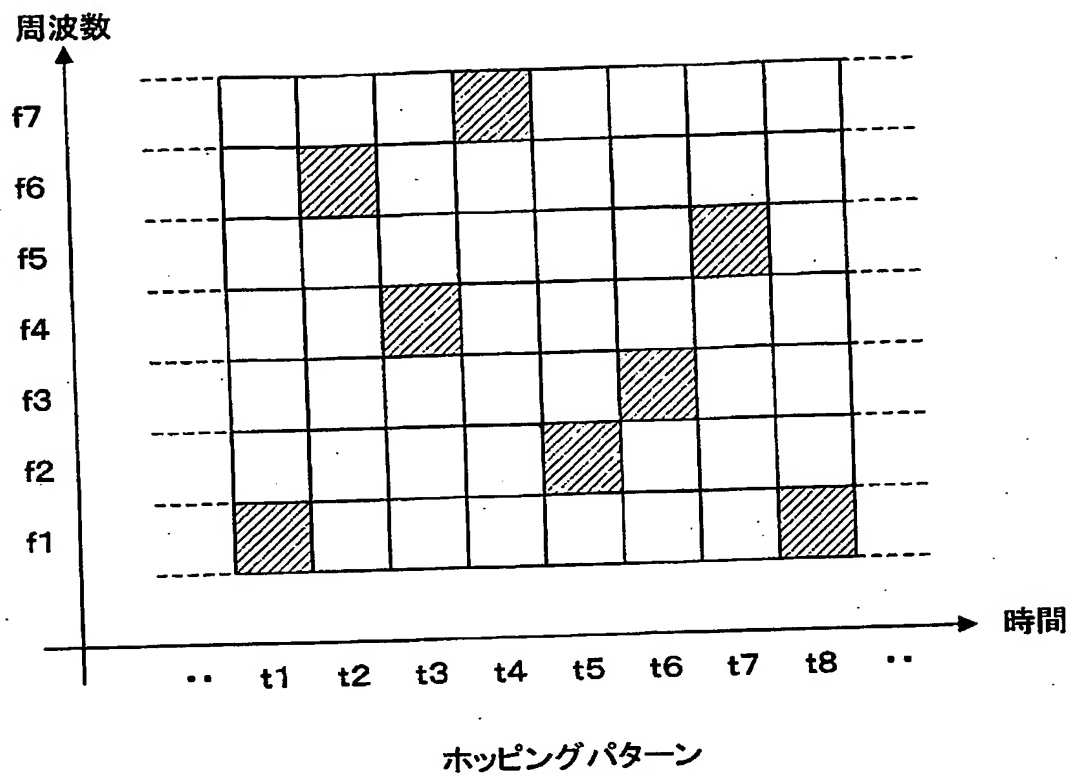
【図 4】



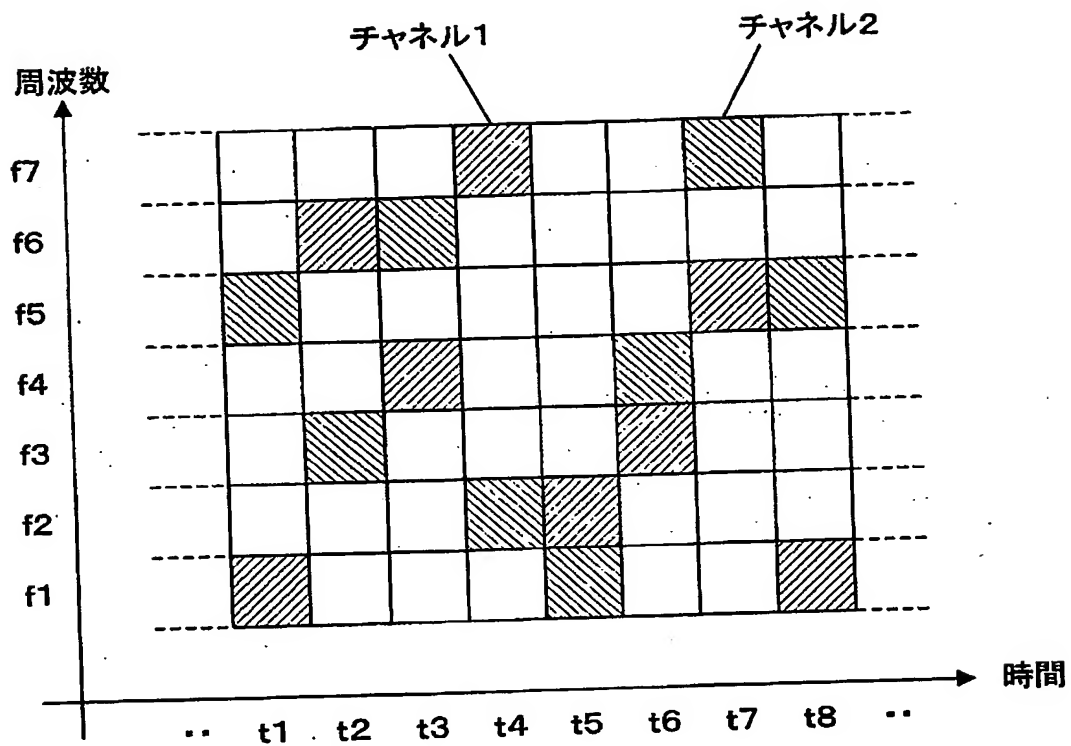
【図 5】



【図 6】

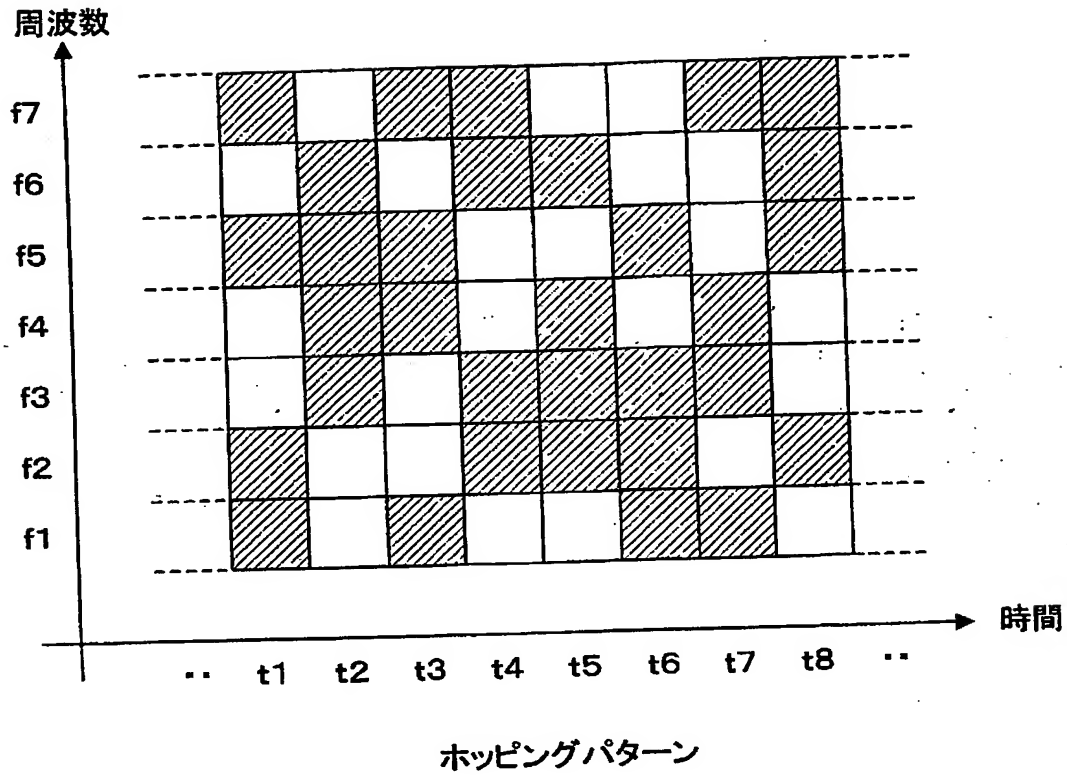


【図7】

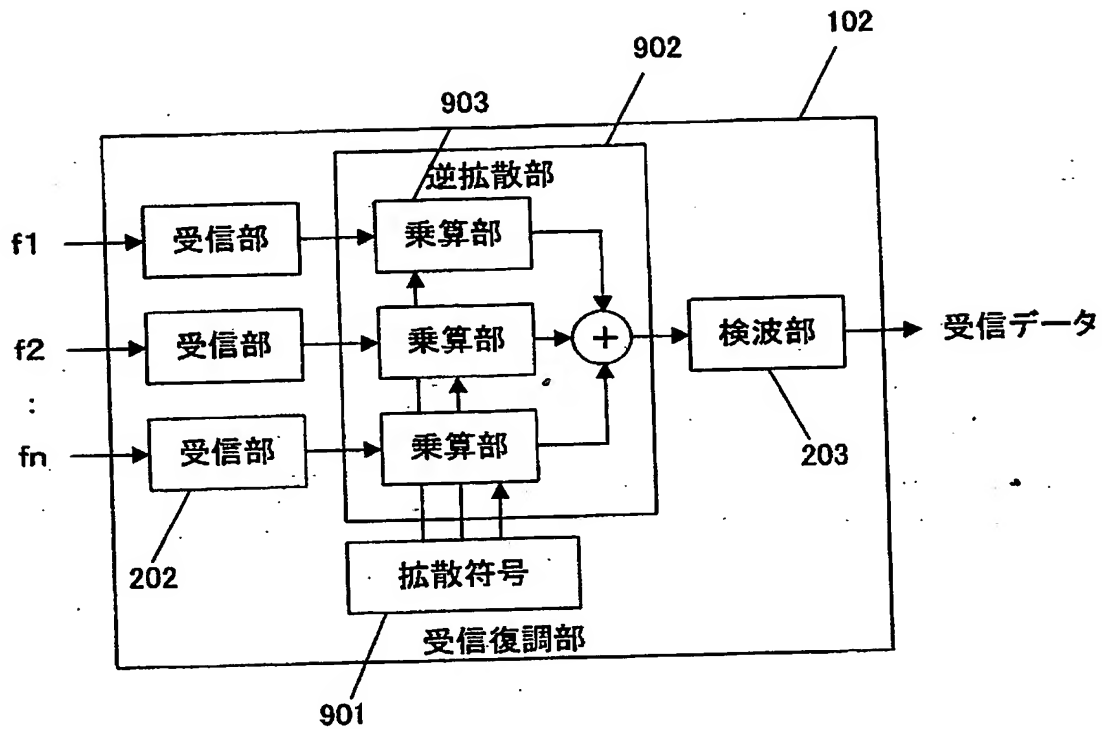


周波数ホッピングにより多重化された状態

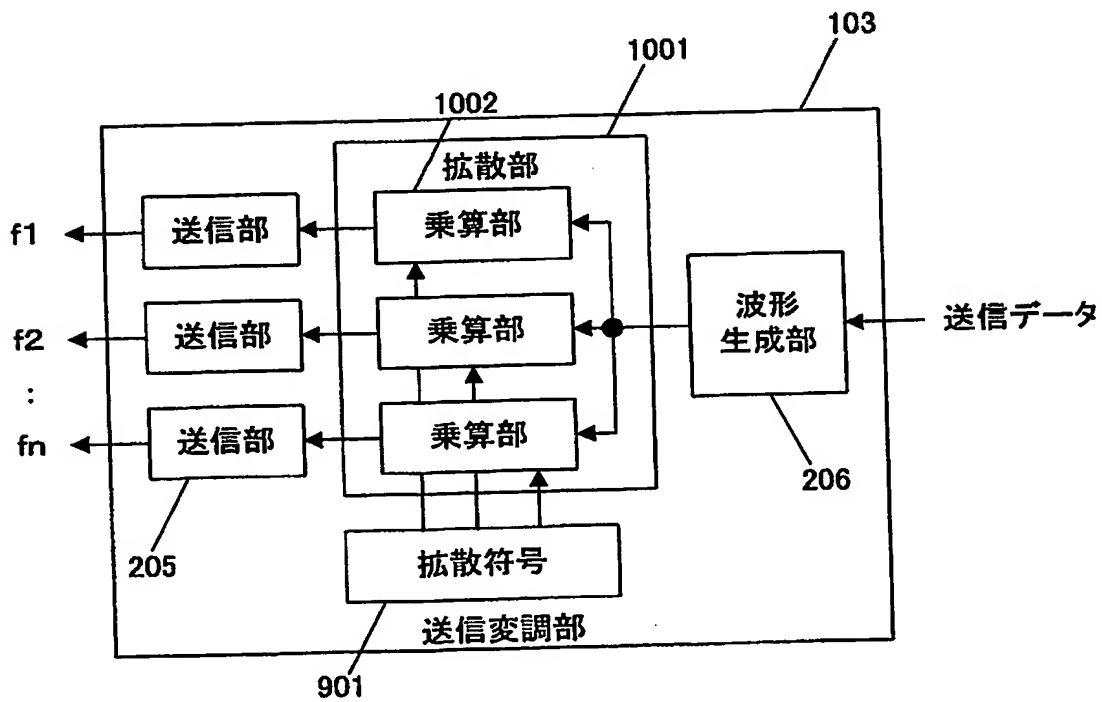
【図8】



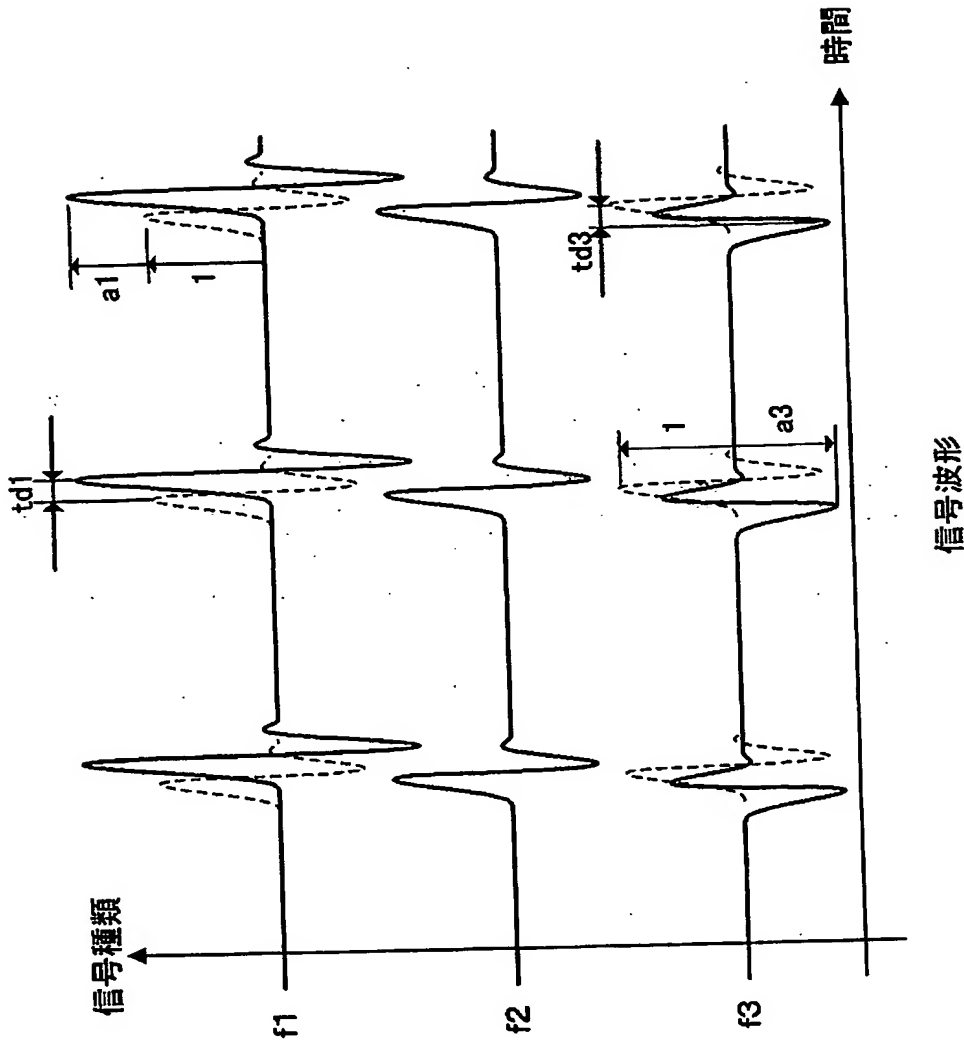
【図 9】



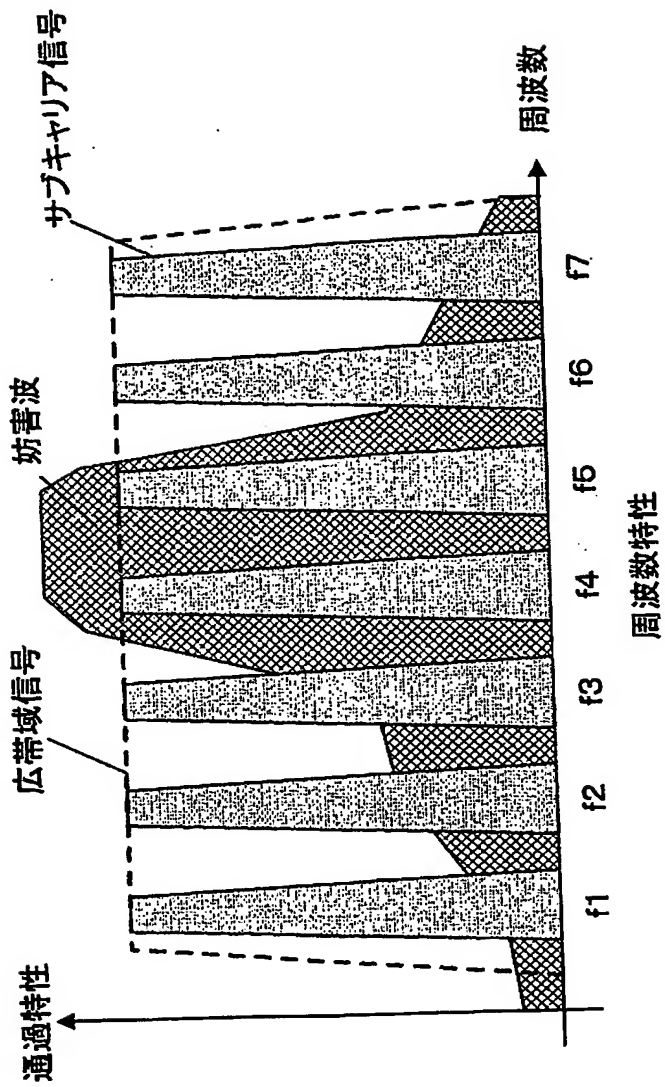
【図 10】



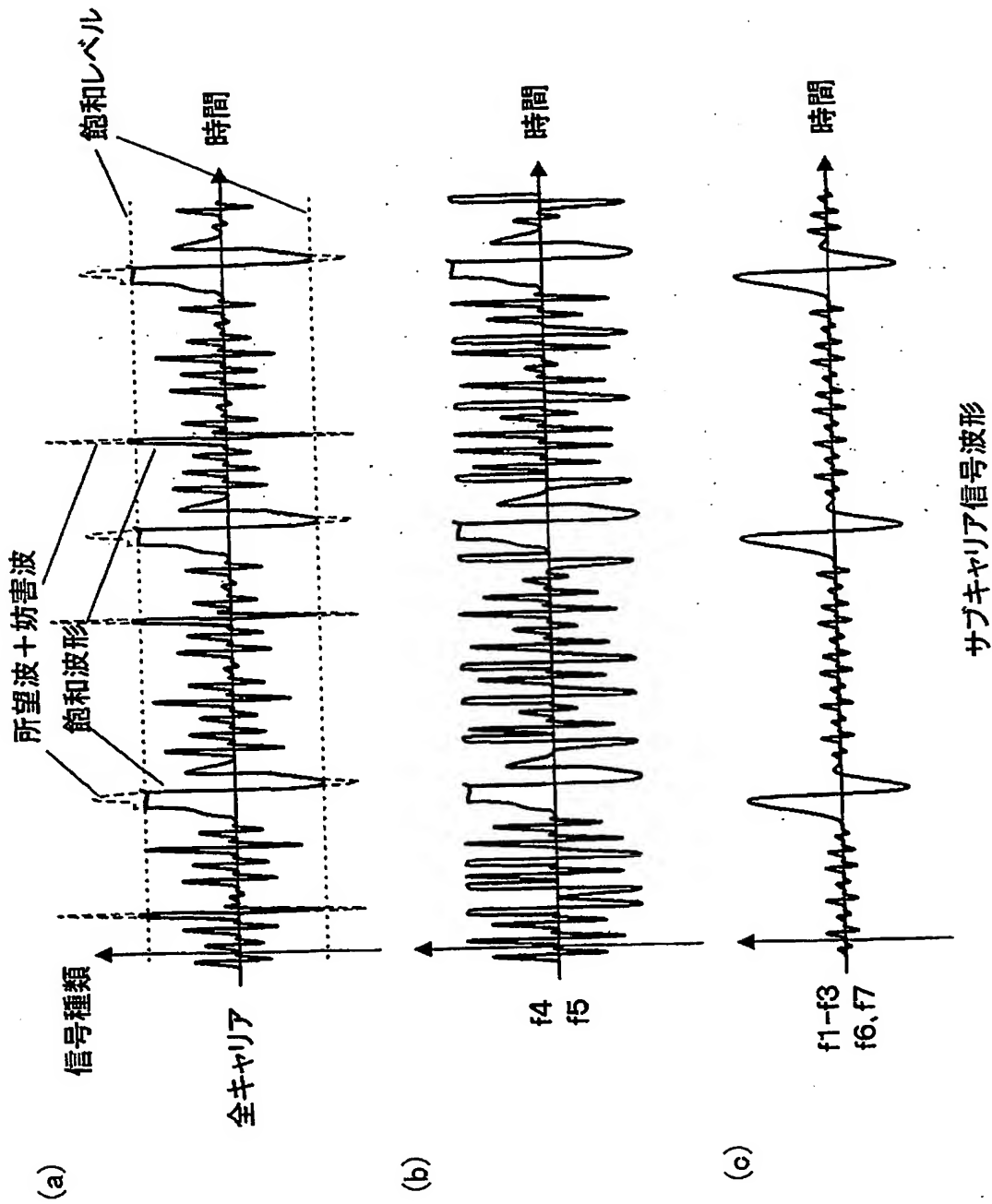
【図11】



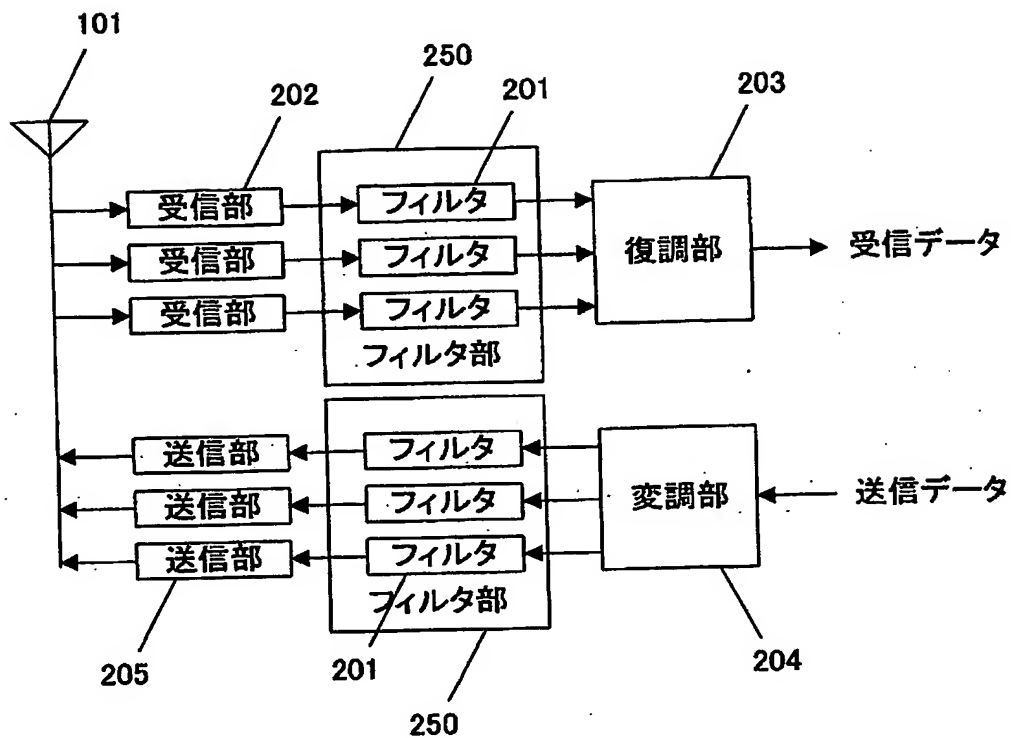
【図 1 2】



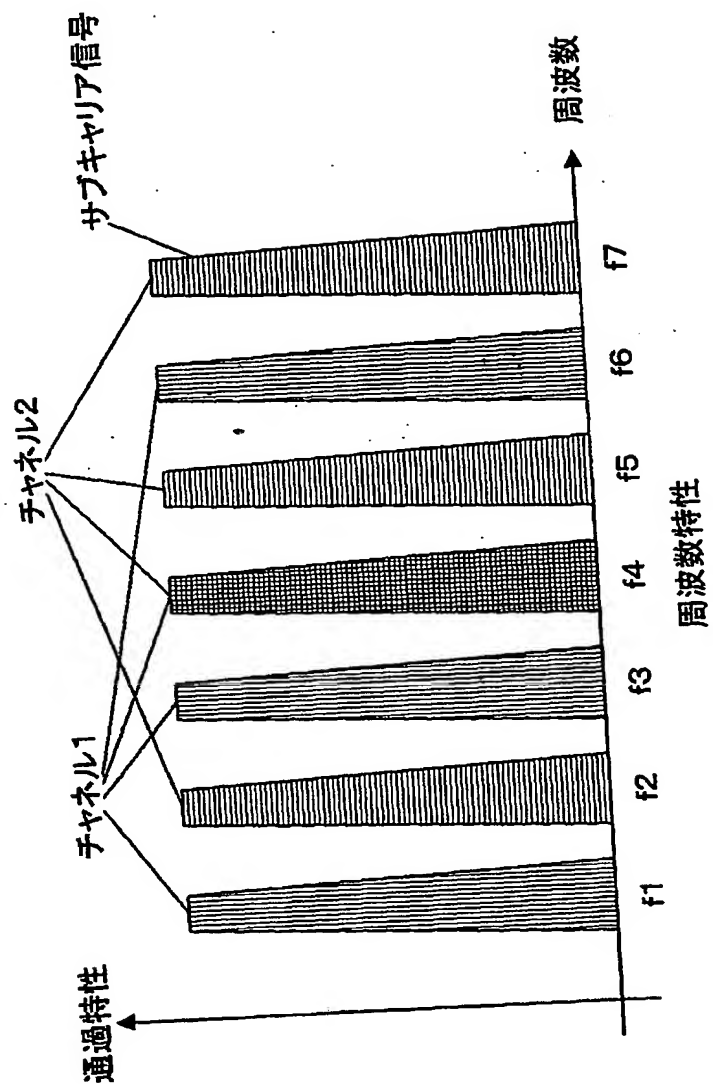
【図13】



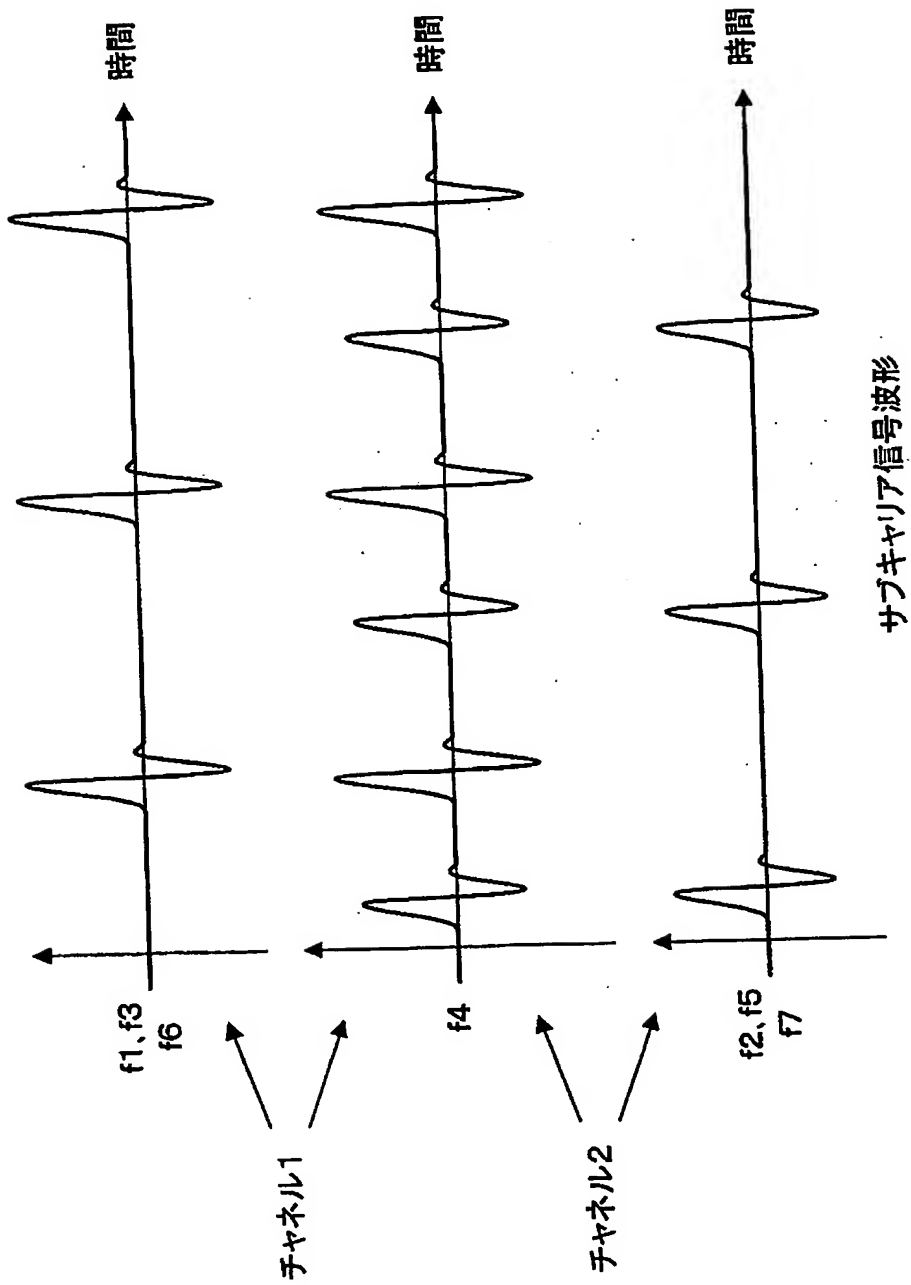
【図 1 4】



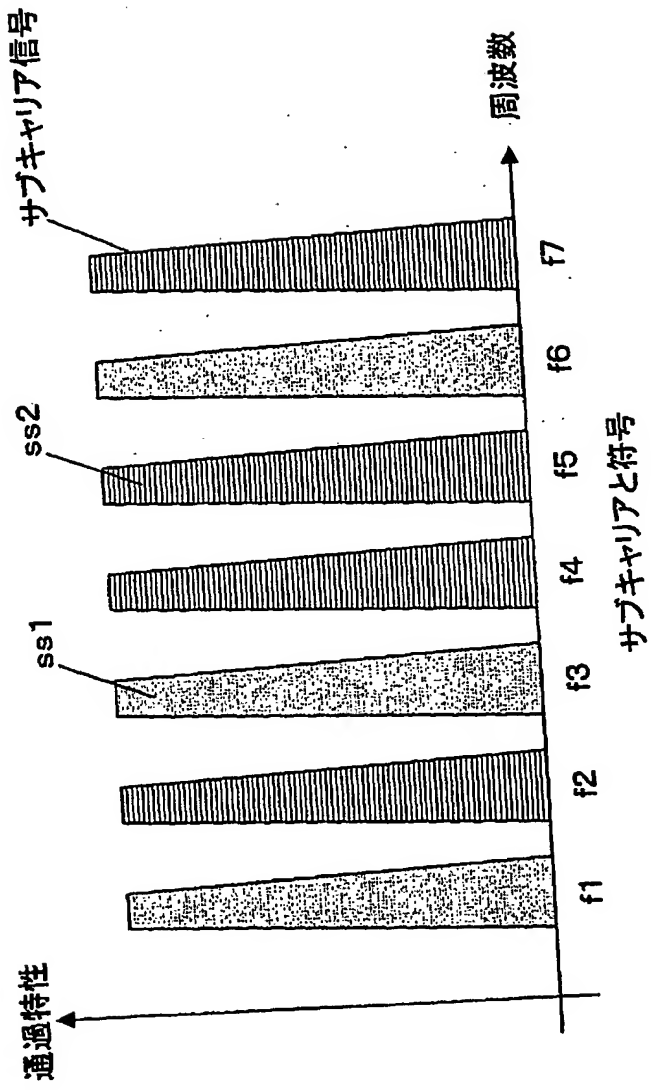
【図15】



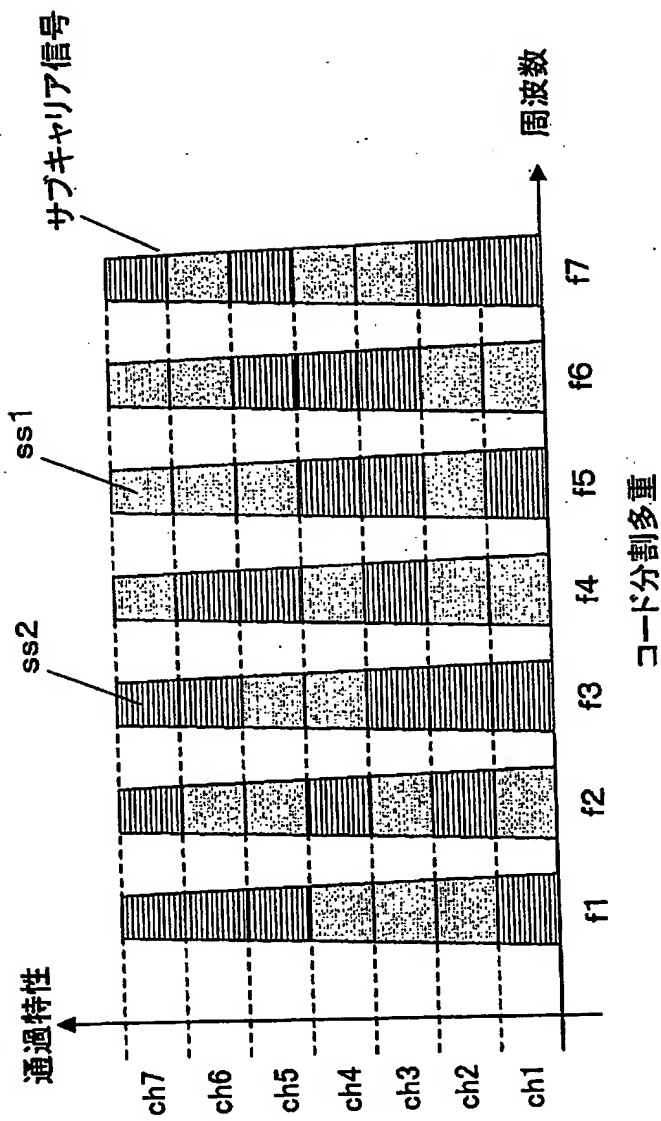
【図16】



【図17】



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐妨害波特性を向上させること。柔軟なシステムを提供すること。

【解決手段】 インパルス変調通信において、信号をサブキャリアに分割して通信することにより、チャネルの多重化を容易にするとともに、妨害波による影響を分散することができるため、耐妨害波特性が向上する。

【選択図】 図3

特願2002-248266

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名

松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.